

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-003570

(43)Date of publication of application : 07.01.2000

(51)Int.Cl.

G11B 21/21  
G11B 5/60

(21)Application number : 10-164957

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 12.06.1998

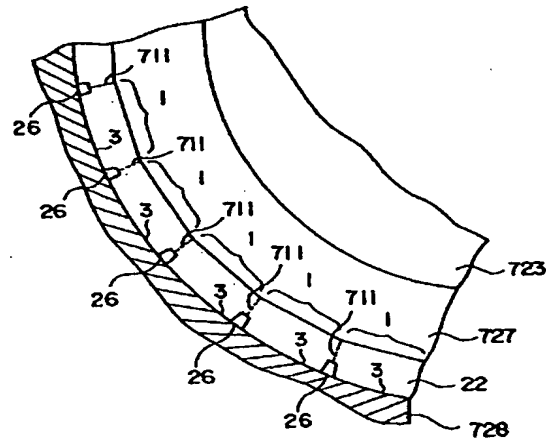
(72)Inventor : SEKI TAKATERU  
TAMURA TOSHIO  
CHIBA HIROSHI  
FUJISAWA MASAYASU  
ISONO CHIHIRO

## (54) MANUFACTURE OF THIN FILM MAGNETIC HEAD

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To form precisely a crown and a chamber of the floating surface of a magnetic head with a row bar as it is.

**SOLUTION:** In this manufacturing method, plural thin film magnetic head elements are arranged on a substrate to be formed, and the substrate is cut out in a prescribed direction along the arrangement, and a block 22 called row bar of the shape connecting plural magnetic heads 1 in line on slider parts is formed, and one or more grooves 26 of prescribed depth and width are carved on the surfaces to be the floating surfaces 3 of the block 22, and thereafter, the surfaces to be the floating surfaces 3 of the block 22 are pressed to the curved surface of a surface plate, and the floating surfaces 3 of the block 22 at it is are ground, and the floating surfaces 3 of respective magnetic heads 1 constituting the block 22 are machined into the curved surface, and the block 22 are cut out on the boundaries 711 of the magnetic heads 1 constituting the block 22 to be divided into individual magnetic head 1.



(19) 日本国特許庁 (J P)

# (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-3570

(P 2 0 0 0 - 3 5 7 0 A)

(43) 公開日 平成12年1月7日(2000.1.7)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>

G11B 21/21

5/60

識別記号

101

F I

G11B 21/21

5/60

101

L 5D042

U

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全12頁)

(21) 出願番号

特願平10-164957

(22) 出願日

平成10年6月12日(1998.6.12)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 関 高輝

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 田村 利夫

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(74) 代理人 100087170

弁理士 富田 和子

最終頁に続く

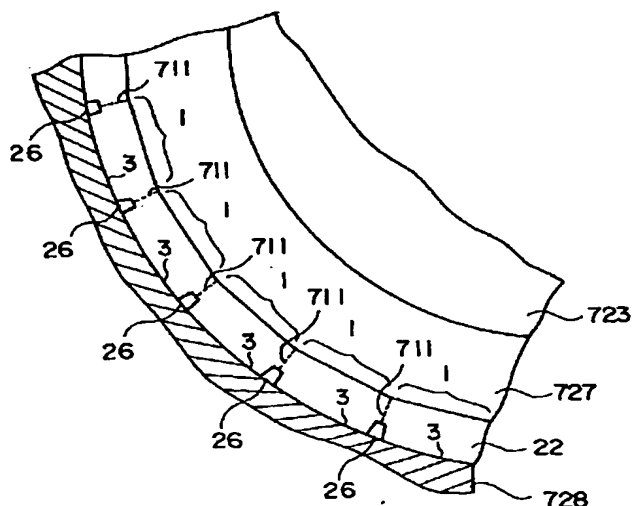
(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッドの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 磁気ヘッドの浮上面のクラウン、キャンバをローパーのまま高精度に形成することができる薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供する。

【解決手段】 基板上に複数の薄膜磁気ヘッド素子を配列して形成した後、基板を配列に沿って所定方向に切り出すことにより、複数の磁気ヘッド1がスライダ部分で一列に連結した形状のブロック22を形成する。ブロック22の浮上面3となる面に、予め定めた深さおよび幅の1以上の溝26を入れる。その後、ブロック22の浮上面3となる面を、曲面の定盤28に押しつけて、ブロック22のまま浮上面3を研磨することにより、ブロック22を構成するそれぞれの磁気ヘッド1の浮上面3を曲面に加工する。このブロック22を、ブロック22を構成する磁気ヘッドの境界711で切断することにより個々の磁気ヘッド1に分割する。

図 14



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 浮上面が予め定めた形状の曲面であるスライダと、前記スライダの一端面上に配置された薄膜磁気ヘッド素子とを有する薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、

前記スライダとなる基板上に複数の薄膜磁気ヘッド素子を配列して形成した後、前記基板を前記配列に沿って所定の方向に切り出すことにより、複数の前記磁気ヘッドが前記スライダ部分で一行に連結した形状のブロックを形成する第 1 の工程と、

前記ブロックの前記浮上面となる面に、予め定めた深さおよび幅を有する 1 以上の溝を入れる第 2 の工程と、前記ブロックの前記浮上面となる面を、曲面の研磨面を有する定盤に押しつけて、前記ブロックのまま前記浮上面を研磨することにより、前記ブロックを構成するそれぞれの磁気ヘッドの浮上面を前記曲面に加工する第 3 の工程と、

前記ブロックを、前記ブロックを構成する各磁気ヘッドの境界で切断することにより個々の磁気ヘッドに分割する第 4 の工程とを有することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 2】 スライダと、前記スライダの一端面上に配置された薄膜磁気ヘッド素子とを有する薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、

前記スライダとなる基板上に複数の薄膜磁気ヘッド素子を配列して形成した後、前記基板を前記配列に沿って所定の方向に切り出すことにより、複数の前記磁気ヘッドが前記スライダ部分で一行に連結した形状のブロックを形成する第 1 の工程と、

前記ブロックの前記浮上面となる面に、予め定めた深さおよび幅を有する 1 以上の溝を入れる第 2 の工程と、前記ブロックの前記浮上面となる面を、表面が平面の定盤に押しつけて研磨する第 3 の工程と、

前記ブロックを、前記ブロックを構成する各磁気ヘッドの境界で切断することにより個々の磁気ヘッドに分割する第 4 の工程とを有することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、前記第 3 の工程の後であって前記第 4 の工程の前に、前記ブロックを構成する各磁気ヘッドの浮上面の複数箇所に突起を設ける工程を有することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 4】 請求項 1 または 2 に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、前記第 2 の工程では、前記溝を、前記ブロックを構成する各磁気ヘッドの境界に沿って設けることを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、前記第 2 の工程では、前記溝を、前記境界の全てに設けることを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 6】 請求項 4 に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、前記第 2 の工程では、前記溝を、前記境界のうちのいくつかにのみ設けることを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、前記第 4 の工程では、前記切断時の切断幅が、前記溝の溝幅よりも広くなるように切断することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 8】 請求項 5 に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、前記第 4 の工程で前記切断時の切断幅を、前記溝幅よりも狭くし、これにより、分割後の前記磁気ヘッドの両側面に段差を設けることを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 9】 請求項 1 または 2 に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、前記ブロックの前記浮上面の裏面側の面を、前記浮上面の面粗さと同等の面粗さに研磨する工程を有することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 10】 請求項 1 または 2 に記載の薄膜磁気ヘッドにおいて、前記第 2 の工程で形成される前記溝の深さは、前記ブロックの厚みの 10% 以上 70% 以下であることを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 11】 スライダと、前記スライダの一端面上に配置された薄膜磁気ヘッド素子とを有し、前記スライダには、両側面に段差が形成されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は磁気ディスク装置に使用する薄膜磁気ヘッドの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 磁気ディスク装置は、一般的に図 1 に示すように、記録媒体である磁気ディスク 5 上に、磁気ヘッド 1 を支持バネ 4 によって支持した構成である。磁気ディスク 5 を回転させると、磁気ヘッド 1 の浮上面 3 が磁気ディスク 5 上で浮上する。この状態で、駆動装置 6 により磁気ヘッド 1 を磁気ディスク 5 上の所定のトラックに移動させながら、磁気ヘッド 1 により磁気記録の書き込みおよび読み込みを行う。磁気ヘッド 1 には、書き込み用ヘッドとしてインダクティブ型ヘッド 2 が搭載され、読み込み用ヘッドとして磁気抵抗効果型 (Magnetoresistive: MR) ヘッド 14 あるいは巨大磁気抵抗効果型 (Giant Magnetoresistive: GMR) ヘッドが搭載されている (図 2)。これらインダクティブ型ヘッド 2 および MR ヘッド 14 は、磁気ヘッド 1 のスライダ 9 の側面に保護膜 10 やシールド膜 13 等とともに積層されている。

【0003】 磁気ヘッド 1 の浮上量 7 は、図 2 のようにインダクティブ型ヘッド 2 および MR ヘッド 15 と、磁気ディスク 5 との間隔である。浮上量 7 が増大すると記

録密度が低下する傾向にある。すなわち、一般的には磁気ディスク 5 上の記録ビット長は、図 3 のように、磁気ヘッド浮上量と比例関係にある。例えば、図 3 において浮上量が 10 nm 増加すると、上記ビット長が 50 nm 増加する。そのため、記録密度を向上させるために、磁気ヘッドの浮上量 7 を極力低減することが要求されている。現在この浮上量 7 は、文献「日経メカニカル」5/27 号 no. 481 (1996) に記載されているように約 40~50 nm と言われている。

【0004】一方、MRヘッド 14 の浮上面 3 からの奥行き方向の寸法は、MR素子高さ 15 と呼ばれ、記録再生特性に強く影響する。MR素子高さ 15 は、磁気ディスク装置の面記録密度の向上とともに小さくなりつつあるため、磁気ヘッド 1 の浮上面 3 の加工時に高い加工精度が必要になってきている。浮上面 3 の加工には、一般に研磨加工が用いられている。研磨加工は、図 4 に示すように回転する軟質金属製定盤 16 上にダイヤモンド等の砥粒を含んだ水溶性または油性のラップ液 17 を滴下しながら、研磨治具 18 に接着した磁気ヘッド 1 の浮上面 3 を押圧摺動させるものである。そして、定盤 16 に埋め込まれた砥粒または、該定盤とヘッドとの間で転動する転動砥粒により加工を行う。

【0005】研磨後の浮上面 3 には、浮上を安定させるためにスライダレール 24 が形成される。また、浮上面 3 全体が、図 5 (a), (b), (c) のように凸型の曲面形状に加工される。曲面形状にするのは、浮上面 3 と磁気ディスク 5 との接触面積を小さくし、浮上面 3 が磁気ディスク 5 に貼り付くのを防止するためである。この浮上面 3 の曲面形状は、磁気ヘッド 1 の奥行き方向の曲面がクラウンと呼ばれ、磁気ヘッド 1 の幅方向の曲面がキャンバーと呼ばれている。なお、図 5 (b),

(c) は、湾曲形状を強調して描いているが、実際には、クラウン量 20 およびキャンバー量 21 は、数 nm ~ 数十 nm 程度である。

【0006】現在、この薄膜磁気ヘッドは、図 6 に代表される製造方法プロセスにより製造されている。すなわち、セラミックのウエハ 609 上に成膜とリソグラフィの工程により、図 2 の層構成のインダクティブ型ヘッド 2、MRヘッド 14 および保護膜 10 等を形成する (工程 601)。このとき、インダクティブ型ヘッド 2 および MRヘッド 14 等の積層構造が、ウエハ 609 上に列をなして並ぶように形成する。その後、ウエハ 609 を一列ずつに切り出すことにより、複数のヘッド 1 が連結した状態のローバー 22 と称されるブロックが得られる (工程 602)。このローバー 22 の状態で、後に浮上面 3 となる面を研磨加工することにより、MR素子高さ 15 を規制する (工程 603)。この際、ローバー 22 に含まれる複数の磁気ヘッド 1 についてそれぞれ MR素子高さ 15 を所望の寸法に揃えて加工するため、ローバー 22 を保持する研磨治具 23 を変形させて、ローバー

22 の傾きや曲がりを矯正し、ローバー 22 のうち研磨量を多くすべき部分を定盤 16 に押しつけるようにする。その後、ローバー 22 のまま、浮上面 3 の面に、レール 24 をイオンミリングにより形成する (工程 604)。さらに、ローバー 22 を切断して、各磁気ヘッド 1 に分割する (工程 605)。分割された複数の磁気ヘッド 1 を保持具 610 にワックス等により固定し、研磨面が所望の曲面の定盤 611 を用いて、磁気ヘッド 1 のスライダ 9 の浮上面 3 を研磨することにより、個々の磁気ヘッド 1 のスライダ 9 の浮上面 3 にキャンバーおよびクラウンを形成する (工程 606)。これによって、磁気ヘッド 1 が完成する。

【0007】なお、このような製造方法のうち、最終仕上げ工程 (工程 606) でローバー 22 を切り離した単品の磁気ヘッド 1 の浮上面の研磨を行う方法等が、特開平 4-358378 号公報に記載されている。

【0008】一方、磁気ヘッド 1 の浮上面 3 と磁気ディスク 5 との接触面積をさらに小さくするために、クラウンおよびキャンバーが形成された浮上面 3 に数個の微小突起 52 を形成することが近年提案されている (図 5 (a))。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】図 6 のような従来の製造方法を用いて、キャンバーおよびクラウンを形成した後で微小突起 52 を形成しようとする、図 6 の工程 606 の後に行うことになる。この場合、すでに、ローバー 22 は切断されているため、数 mm 角程度と非常に小さい磁気ヘッド 1 に微小突起 52 を形成しなければならない。このように小さな磁気ヘッド 1 を保持して、ミリング等の加工装置に搬入し、位置合わせし、精度よく微小突起 52 を形成するのは非常に困難であるとともに、作業効率も悪い。また、磁気ヘッド 1 は、より低浮上化を達成するため、さらなる小型化が進められており、現在主流のナノスライダ (50% スライダ)、からピコスライダ (30% スライダ)、フェムトスライダ (20% スライダ) に移行していく予定であり、ますます作業は困難になる。

【0010】もし、ローバー 22 のままでキャンバーおよびクラウンを形成できれば、ローバーのまま微小突起 52 を形成できるため、この問題は解決できる。しかしながら、キャンバーおよびクラウンは、それぞれの磁気ヘッドの浮上面を曲面に加工しなければならぬため、ローバー 22 の形状のままこれを行うのは困難である。また、浮上面研磨工程 603 では、MR素子高さ 15 が所定の寸法になるように、ローバー 22 を局所的に定盤に押しつけて研磨量を高い精度で制御しているため、浮上面研磨工程 603 後のローバー 22 の浮上面は波打った形状になっている。そのため、キャンバーおよびクラウンのために、ローバー 22 のまま再び浮上面を研磨加工すると、ローバー 22 内の研磨量のばらつきが

大きくなり、MR素子高さ15がばらつく恐れがある。また、浮上面のクラウン、キャンバも高精度に加工することが困難になる。

【0011】本発明は、上記の課題を解決するためのものであり、磁気ヘッドの製造工程において、磁気ヘッドが連結したローバーと呼ばれるブロック状態のまま、浮上面のクラウン、キャンバを所定の精度に形成することができる薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明によれば、以下のような薄膜磁気ヘッドの製造方法が提供される。

【0013】すなわち、浮上面が予め定めた形状の曲面であるスライダと、前記スライダの一端面上に配置された薄膜磁気ヘッド素子とを有する薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、前記スライダとなる基板上に複数の薄膜磁気ヘッド素子を配列して形成した後、前記基板を前記配列に沿って所定の方向に切り出すことにより、複数の前記磁気ヘッドが前記スライダ部分で一列に連結した形状のブロックを形成する第1の工程と、前記ブロックの前記浮上面となる面に、予め定めた深さおよび幅を有する1以上の溝を入れる第2の工程と、前記ブロックの前記浮上面となる面を、曲面の研磨面を有する定盤に押しつけて、前記ブロックのまま前記浮上面を研磨することにより、前記ブロックを構成するそれぞれの磁気ヘッドの浮上面を前記曲面に加工する第3の工程と、前記ブロックを、前記ブロックを構成する各磁気ヘッドの境界で切断することにより個々の磁気ヘッドに分割する第4の工程とを有することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法である。

【0014】

【発明の実施の形態】（実施の形態1）以下、図面を参照して本発明の第1の実施の形態について説明する。本実施の形態により製造する磁気ヘッドは、図2および図5(a)、(b)、(c)に示した従来と同様の磁気ヘッド1であるが、スライダ浮上面にクラウンおよびキャンバの他、微小突起52も備えている。具体的には、図5(a)、(b)、(c)のように、浮上面3は、磁気ディスクとの接触面積を小さくするためにクラウンおよびキャンバと呼ばれる曲面形状に加工され、さらに、浮上を安定させるために、スライダレール24が形成されている。そしてさらに、浮上面3上の数カ所に微小突起52が形成されている。微小突起52は、磁気ディスクと浮上面3との接触面積をさらに小さくするために設けられている。また、MRヘッド14とインダクティブ型ヘッド2とが、保護膜10とともにスライダ9の側面に積層されている。インダクティブ型ヘッド2およびMRヘッド14の端面は、スライダ9の浮上面3に位置する。

【0015】このようなクラウンおよびキャンバと、微小突起52とを両方備えている磁気ヘッドの製造方法を説明する。まず、図7(a)のように、アルチック材( $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiC}$ )等からなるセラミックのウエハ609上にスパッタ等の薄膜成膜技術とリソグラフィの工程を用いて、図2の層構成のインダクティブ型ヘッド2、MRヘッド14および保護膜10等を積層する（工程701）。

その後、図7(b)のように、研削砥石やワイヤソー等の切断技術によって、ウエハ609を一列ずつ切り出し、複数のヘッド1が連結した状態のローバー22と称されるブロックにする（工程702）。本実施の形態では、ローバー22は、42個の磁気ヘッド1が連結したものであり、長さは約2インチで、厚さ約0.3mmである。このローバー22の状態では、後に浮上面3となる面を図7(c)のように研磨加工し、MR素子高さ15を所望の寸法にする（工程703）。その際、ローバー22に含まれる複数のMRヘッド14のMR素子高さ15を、すべて所望の寸法にするために、ローバー22を保持する研磨治具23を変形させて、ローバー22の傾きや曲がりを矯正し、ローバー22のうち研磨量を多くすべき部分を定盤16に押しつけ、研磨量を調節する。ここまでの工程は、従来と同じである。

【0016】つぎに、本実施の形態では、図7(d)に示すように、後工程でローバー22を各々の磁気ヘッド1に分割切断する切断位置711（各磁気ヘッド1の境界）に、浮上面3側から所定の幅および深さの溝26を形成する（工程704）。溝26は、切断位置711の数カ所おきに1カ所設けてもよいし、図9(d)のように、切断位置711のすべてに設けてもよい。溝26の加工は、ここでは薄刃砥石25を用いた研削加工により行った。薄刃砥石25は厚さ0.19mmの電鍍#2000砥石を用い、砥石周速は80m/s、送り速度は1mm/sとした。

【0017】次に、図7(e)に示すように、ローバー22のまま、浮上面の最終仕上げ工程705を行う。この最終仕上げ工程は、ローバー22の各磁気ヘッド1の浮上面3に所定量のキャンバおよびクラウンを設けるとともに、浮上面3の表面粗さを所定量にする工程である。ここでは、浮上面3の表面粗さが $R_{\text{max}} 2.5 \text{ nm}$ 以下、クラウン量20が30nmになるように研磨により仕上げる。具体的には、まず、ローバー22を弾性体727を介して研磨治具723に貼り付け、表面が所定の曲率半径の研磨定盤728に所定の力で押しつけ自公転させ、所定の最低加工量（例えば0.2 $\mu\text{m}$ ）を研磨加工により除去する。ローバー22には、上述したように浮上面3に溝26が形成されているため、定盤728に押しつけられると、図14および図15のように溝26が開き、ローバー22は湾曲する。これにより、浮上面3は定盤728表面に倣って押しつけられ、研磨される。したがって、溝26と溝26との間の浮上面3

は、定盤728の表面と同じ曲率の曲面に研磨加工されて、所望の形状のキャンバおよびクラウンを形成することができる。

【0018】切断位置711のすべてに溝26を設けた場合の最終仕上げ工程の状態を図14を用いてさらに説明する。ローバー22を構成する各磁気ヘッド1は、それぞれ、浮上面3が定盤728の曲率の曲面に研磨される。しかも図14の場合、各磁気ヘッド1のスライダの厚さは、各磁気ヘッド1において、浮上面3の中央部が最も厚く、かつ、両端が薄く仕上げられ、図5(b)、(c)のような理想的な形状のキャンバおよびクラウンが形成できる。

【0019】一方、切断位置711の7カ所に1カ所の割合で溝26を設けた場合を図15に示す。この場合も、各磁気ヘッド1の浮上面3は、定盤728の曲率と同じ曲率の曲面に仕上げられるが、各磁気ヘッド1のスライダの厚さは、溝26に近い部分ほど薄くなる(図15)。そのため、スライダの中央部が最も厚い図5

(b)、(c)のような形状に全ての磁気ヘッド1を加工するはできない。しかしながら、図15のような形状のキャンバおよびクラウンも、所定の曲率の曲面に形成されていることには変わりなく、磁気ヘッド1の実用上は問題がない。また、図15は、切断位置711の数カ所に1カ所のみ溝26を形成するだけでよいので、図7(d)の溝加工工程704で形成する溝26の本数が少なくすむというメリットがある。

【0020】なお、定盤728の表面形状によって、浮上面3の形状が決まるため、定盤728の曲率半径は、所望するキャンバおよびクラウンの曲率半径とほぼ一致するものを選択する必要がある。また、所望の浮上面3の形状が円筒の一部である場合には、研磨定盤728も円筒にし研磨治具723を自転させずに研磨を行う。

【0021】本実施の形態では、図7(e)の最終仕上げ工程では、定盤728として、 $1/2\mu\text{m} \sim 1/10\mu\text{m}$ の微細なダイヤモンドが埋め込まれた錫製の研磨定盤を用い、研磨治具723を例えば $10\text{r/min}$ で自公転させる。

【0022】なお、図7(c)の浮上面研磨工程703により、ローバー22のねじれやうねりが生じているため、後の最終仕上げ工程705においてローバー22と研磨定盤728との食い性の低下が心配されるが、本実施の形態ではローバー22に溝26を形成しているためローバーの剛性を低下させることができ、ねじれやうねりを容易に矯正することができる。したがって、ローバー22内における研磨量ばらつきを低減できるため、MR素子高さ15の精度を低下させることなく、精度よくキャンバおよびクラウンを形成できる。

【0023】図7(e)の浮上面最終仕上げ工程705が終了したら、図7(f)のようにスライダレール24および微小突起52をイオンミリング等により形成する

(工程706)。スライダレール24は、磁気ヘッド1を磁気ディスク5上で安定に浮上させるためのものである。また、微小突起52は、磁気ヘッド1と磁気ディスク5との貼り付き防止するため、両者の接触面積を減少させるために設けられる。本実施の形態では、キャンバおよびクラウンを設ける工程705(図7(e))をローバー22のまま行っているため、スライダレール24および微小突起52を設ける本工程706をローバー22のまま行うことができる。このため、ローバー22を分割した個々の小さな磁気ヘッド1に対して微小突起52を形成する場合と比較して、大きなローバー22を保持すればよいと、保持が容易であり、位置合わせもしやすい。したがって、微小突起52を精度よく、しかも効率よく形成することができる。

【0024】最後に、図7(g)のように、ローバー22を切断位置711で切断して分割し、個々の磁気ヘッド1を完成させる(工程707)。この工程707における切断幅(切断時により失われる幅:研削幅)は、溝26の溝幅よりも広くなるようにする。このように切断幅を溝幅よりも広くすることにより、切断後の磁気ヘッド1の側面に、溝26の形状が残ることがない。よって、溝26を、全ての切断位置711に設ける(図14)か、もしくは、切断位置711の数カ所に1カ所のみ設ける(図15)かは、所望されるクラウンおよびキャンバの形状および加工精度を考慮して定めればよい。

【0025】ここで、上記製造方法によって製造した磁気ヘッド1のクラウンおよびキャンバの精度の例について示す。

【0026】製造条件は、ウエハ切断工程702で切断するローバー22の厚さを約 $0.3\text{mm}$ 、長さ2インチとした。溝26は、深さ $0.05\text{mm}$ 、幅 $0.2\text{mm}$ とし、全ての切断位置711に設けた(図14)。浮上面最終仕上げ工程705の研磨定盤728は、曲率半径 $5.7\text{mR}$ とした。この場合、浮上面最終仕上げ工程705におけるローバー22内の研磨量ばらつきは、平均値 $0.2\mu\text{m}$ に対して、 $3\sigma$ で $0.05\mu\text{m}$ であった。また、クラウン量20のばらつきは、平均値 $30\text{nm}$ に対して、 $3\sigma$ で $8\text{nm}$ 、キャンバ量21のばらつきは、 $3\sigma$ で $15\text{nm}$ であった。

【0027】また、一方、溝加工工程704で設ける溝26を、図15のように切断位置711の7カ所に1カ所ずつにし、他の条件を同じにした場合、浮上面最終仕上げ工程705におけるローバー22内の研磨量ばらつきは、平均値 $0.2\mu\text{m}$ に対して、 $3\sigma$ で $0.07\mu\text{m}$ であった。また、クラウン量20のばらつきは、平均値 $30\text{nm}$ に対して、 $3\sigma$ で $10\text{nm}$ 、キャンバ量21のばらつきは、 $3\sigma$ で $20\text{nm}$ であった。

【0028】これらのことから、溝26を設ける間隔は、切断位置711の全てについて設けた場合(図14)の方が、7カ所かに1カ所設ける場合(図15)より

りも、より高精度にクラウンおよびキャンバを設けることができることがわかる。

【0029】また、比較例として、溝加工工程704を省略し、溝26を全く設けず、他の条件を同じにし、浮上面最終仕上げ工程705は、ローバー22自身の撓みのみでローバー22を定盤728に倣わせて研磨した。その結果、浮上面最終仕上げ工程705におけるローバー22内の研磨量ばらつきは、平均値0.2 $\mu$ mに対して、3 $\sigma$ で0.15 $\mu$ mであった。また、クラウン量20のばらつきは、平均値30nmに対して、3 $\sigma$ で10nm、キャンバ量21のばらつきは、3 $\sigma$ で30nmであった。

【0030】この比較例の場合の研磨量のばらつきと、切断位置711の7カ所に1カ所ずつ溝26を設けた図15の場合の研磨量のばらつきとを図8に示す。図8より、本実施の形態の製造方法のように溝加工工程704で溝26を設けることにより、ローバー22内の研磨量のばらつきは、溝26を設けない場合と比較して半分以上にすることができるとわかる。また、上述の数値より、キャンバ量21のばらつきも、溝26を設けることにより大幅に減少させることができることもわかる。

【0031】本実施の形態において、溝26の深さは、ローバーの厚みの10~70%が望ましい。というのは、研削加工により溝26を形成する場合、ワーク（ローバー22）の厚さばらつきや、切削加工用の保持具にローバー22を接着する際の精度等の影響により、溝26の深さ精度は $\pm 10\mu$ mが限界である。一方、ローバー22の厚さは0.3mmから0.15mmに薄肉化する方向である。これらのことから、高精度に溝を形成するには、溝26の深さはブロックの厚みの10%以上が必要である。また、ローバー22の状態で浮上面最終仕上げ工程705を行う場合、図10に示すように、キャンバ量21のばらつきは、溝26の深さがローバーの厚みの70%でほぼ一定になると、溝26の深さが70%より大きいと後工程においてローバー22が溝26部分から割れてしまう現象が発生することを考慮すると、溝26の深さの上限は、ローバー22の厚みの70%以下が望ましい。

【0032】（実施の形態2）つぎに、本発明の第2の実施の形態の磁気ヘッドの製造方法を図9(a)~

(g)を用いて説明する。本製造方法は、図9(d)のように溝加工工程704において、切断位置711の全について溝26を設け、最後の図9(g)の切断工程901における切断幅を、溝26の溝幅よりも狭くするものである。これにより、切断後の磁気ヘッド1の側面に、図11、図16のように溝26の形状の一部を残し、段差29を形成させる。他の工程は、第1の実施の形態と同じであるので説明を省略する。

【0033】このように、段差29を生じさせるのは、切断工程901において切断部に生じる5nm程度の盛

り上がり161（図16）が、浮上面3に達するのを防ぐためである。このような盛り上がり161は、研削加工では一般的に生じるものであるが、この盛り上がりが浮上面3上に生じると、低浮上量の磁気ヘッドでは、浮上特性に問題が生じる恐れがある。しかし、本実施の形態では、図11、図16のように切断工程901の切断幅を溝26の幅よりも小さくすることにより、盛り上がり161を段差29の部分に生じさせることができるため、盛り上がり161が浮上面3に達しない。したがって、切断部の盛り上がり161が浮上面3に及ぼす影響をなくすることができる。

【0034】なお、本実施の形態では、段差29が、浮上特性に影響を与えないかが問題となるが、段差29が磁気ヘッドの両側面にあれば、左右対称に浮上時の均衡がとれるため、浮上特性を低下させることはない。したがって、本実施の形態のように、切断幅を溝26の幅よりも狭くする場合には、必ず溝加工工程704で切断位置711のすべてに溝26を形成し、磁気ヘッドの両側面に段差が生じるようにする必要がある。

【0035】なお、切断時に発生する盛り上がり191の影響を無くするためには、本実施の形態で述べた切断幅を利用して段差29を形成する方法以外に、レールおよび微小突起形成工程706において、段差29の形状を形成する方法にすることも可能である。

【0036】なお、上述してきた第1および第2の実施の形態では、浮上面最終仕上げ工程705後は、ローバー22の浮上面3側は1/2~1/8 $\mu$ mの微細砥粒で仕上げた滑らかな面になるのに対し、浮上面3と反対の裏面側は、ウエハ切断工程701で切断したままの粗面である。このため、加工歪みのアンバランスにより、応力が生じ、この応力が、ローバー22の長手方向（キャンバー方向）について浮上面3側が凹面に反らせる方向にはたらく場合がある。そのため、浮上面最終仕上げ工程705で、凸型のキャンバを形成していても、これと逆向きにローバー22が反れば、切断工程707で切断した磁気ヘッド1について、所望のキャンバ量21が得られず、甚だしい場合には実質的なキャンバ量21が負の値になる恐れがある。

【0037】そのため、実用上これが問題となる場合には、図12(c')のように、浮上面研磨工程703の後に、ローバー22の裏面を研磨する裏面研磨加工工程1201を追加することでこれを解決することができる。このとき、裏面研磨加工工程1201では、ローバー22の裏面の表面粗さが、浮上面3の最終仕上げ工程705後の面粗さと同様もしくはそれ以下にすることが必要である。例えば、浮上面3側を1/8 $\mu$ mのダイヤモンド砥粒で仕上げる場合、裏面は1/8 $\mu$ m~1/20 $\mu$ mのダイヤモンド砥粒で仕上げるのが望ましい。このときの表面粗さは、スライダ9の浮上面3の表面粗さがRmax約2.5nmとなり、裏面の表面粗さがRm



$a \times 1.5 \sim 2.5 \text{ nm}$ となる(図13)。なお、裏面研磨加工工程1201における研磨量は、裏面の加工歪み量に応じて決定する必要がある。裏面加工工程を追加した場合、ローバー22のブロックの長手方向の反りは、浮上面3とその裏面の加工歪みの差によって決定されるため、この加工歪みの差を適切に設定することにより、所望のキャンパー量21を実現できる。

【0038】上述してきたように、本実施の形態の製造方法によれば、薄膜磁気ヘッドの浮上面3に所望のキャンパおよびクラウンを形成する浮上面最終仕上げ工程705を、ローバー22と呼ばれるブロック状態で高精度に加工できる。このため、MR素子高さ15を高精度に維持できるとともに、微小突起52を形成する次の工程706を、ローバー22のまま行うことができるため、ローバー22が磁気ヘッド1に分割された後で行う場合と比較して、高精度に、しかも、作業効率よく微小突起52を形成できるという効果が得られる。よって、磁気ディスク装置の高記録密度化に対応した低浮上、高性能薄膜磁気ヘッドを、量産することが可能となる。また、本実施の形態の磁気ヘッドを用いて、図1のような磁気ディスク装置を製造することにより、高記録密度の磁気ディスク装置を得ることができる。

【0039】また、上述の実施の形態では、いずれも浮上面にキャンパおよびクラウンと、微小突起52とを備えた磁気ヘッドを製造したが、本実施の形態では、高精度にキャンパおよびクラウンを形成できるため、微小突起52なしでも磁気ディスクへの貼り付きを防止することが可能である。したがって、上述の実施の形態の製造方法から微小突起の形成工程を省略することも可能である。

【0040】また、上述してきた第1および第2の実施の形態の製造方法は、浮上面にクラウンおよびキャンパを備えた磁気ヘッド1を製造するものであるが、本実施の形態の製造方法を応用して、浮上面が高精度に平面の磁気ヘッドを製造することもできる。具体的には、図9の本実施の形態の製造方法において、工程705で曲面の定盤の728に代えて、表面が平面の定盤を用いる。他の製造工程は、図9と同じにする。図9の製造方法では、従来の製造工程と同様に、MR素子高さ15を規制する浮上面研磨工程703で、ローバー22を構成する個々の磁気ヘッドのMR素子高さ15を制御するために、ローバー22を保持する研磨治具23を変形させて、ローバー22を部分的に定盤に押しつけている。そのため、工程703を終了したローバー22には、曲がりやうねり等の変形が生じている。もし、この後、変形したローバー22のまま研磨を行ったとしても、ローバー22が平面の定盤728に倣いにくく、高精度に平面の浮上面3を得ることはできない。しかし、本実施の形態の図9の製造方法では、工程705の前に溝加工工程704を行い、溝26をローバー22に設けるため、工

程705で曲面の定盤728に代えて平面定盤を用いれば、変形したローバー22を平面の定盤728に倣わせることができる。このため、ローバー22の浮上面3を、高さのばらつきが非常に小さい平面に仕上げるることができる。この後に、図9のように、浮上面3にレールを形成し、さらに、微小突起52を形成した後、ローバー22を分割し、磁気ヘッドを完成させると、浮上面3が平面で、レール24と微小突起52を備えた磁気ヘッドを得ることができる。

10 【0041】この磁気ヘッドは、クラウンおよびキャンパを備えていないが、浮上面3が高い精度で平面であるため、浮上面3上の微小突起52のみで磁気ディスクと接触する。よって、クラウンおよびキャンパなしでも、磁気ディスクへの貼り付きを防止することができる磁気ヘッドを得ることができる。しかも、この磁気ヘッドは、浮上面3の平面精度が高いため、浮上量を小さくすることが可能であり、高記録密度に対応可能である。

【0042】

20 【発明の効果】本発明によれば、磁気ヘッドの製造工程において、磁気ヘッドが連結したローバーと呼ばれるブロック状態のまま、浮上面のクラウン、キャンパを所定の精度に形成することができる薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の磁気ヘッドおよび磁気ディスク装置の概略構成を示す説明図。

【図2】従来の磁気ヘッドの層構成と、磁気ヘッドと磁気ディスクとの位置関係を示す説明図。

30 【図3】一般的な磁気ディスク装置において、磁気ヘッドの浮上量と磁気ディスクのビット長との関係を示すグラフ。

【図4】一般的な磁気ヘッドの製造に用いられる研磨装置の構成を示す説明図。

【図5】本発明の実施の形態および従来の磁気ヘッドの浮上面の構成を示すための(a)斜視図、(b)A-A断面図、(c)B-B断面図。

【図6】従来の磁気ヘッドの製造工程を示す説明図。

【図7】(a)～(g)本発明の第1の実施の形態の磁気ヘッドの製造工程を示す説明図。

40 【図8】本発明の第1の実施の形態の製造方法の工程705における研磨量のばらつきと、比較例の研磨量のばらつきとを示すグラフ。

【図9】(a)～(g)本発明の第2の実施の形態の磁気ヘッドの製造工程を示す説明図。

【図10】本発明の第1の実施の形態の製造工程で形成されるクラウン量およびキャンパ量と、溝深さとの関係を示すグラフ。

【図11】本発明の第2の実施の形態の製造工程で製造される磁気ヘッドの側面形状を示す斜視図。

50 【図12】本発明の第1および第2の実施の形態に裏面

13

研磨工程 1201 を追加する製造方法を示す説明図。

【図 13】 図 12 の製造方法で裏面研磨工程を行って製造された磁気ヘッドの表面粗さを示す説明図。

【図 14】 図 7 および図 9 の製造方法において、溝加工工程 704 で切断位置 711 の全てに溝 26 を設けた場合の浮上面最終仕上げ工程 705 の研磨時のローバー 22 の形状を示す説明図。

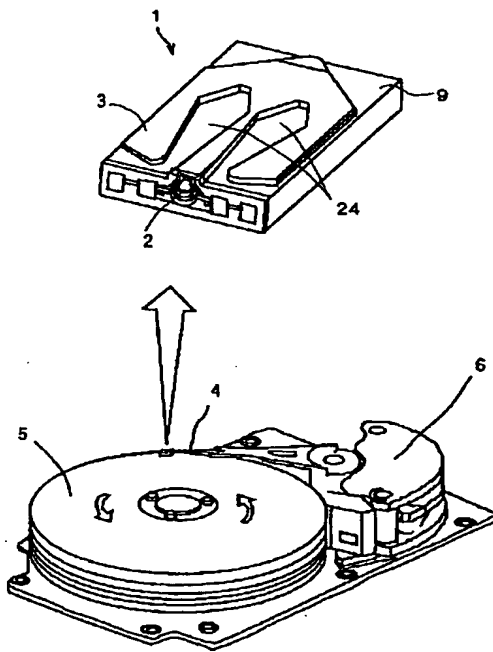
【図 15】 図 7 および図 9 の製造方法において、溝加工工程 704 で切断位置 711 の 7 カ所に 1 カ所について溝 26 を設けた場合の浮上面最終仕上げ工程 705 の研磨時のローバー 22 の形状を示す説明図。

【図 16】 第 2 の実施の形態の図 9 の製造方法で製造された磁気ヘッドの形状を示す C-C 断面図。

【符号の説明】

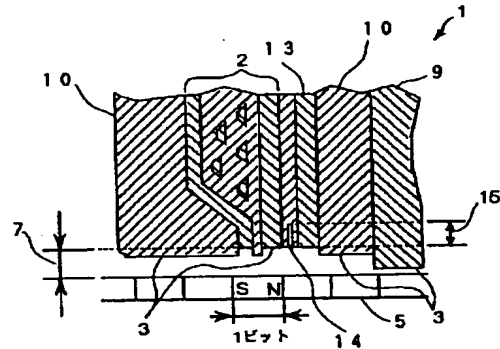
【図 1】

図 1



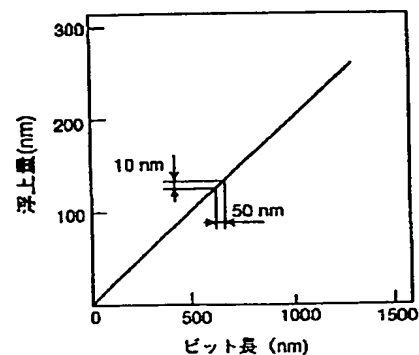
【図 2】

図 2



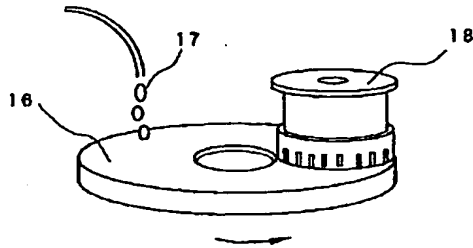
【図 3】

図 3



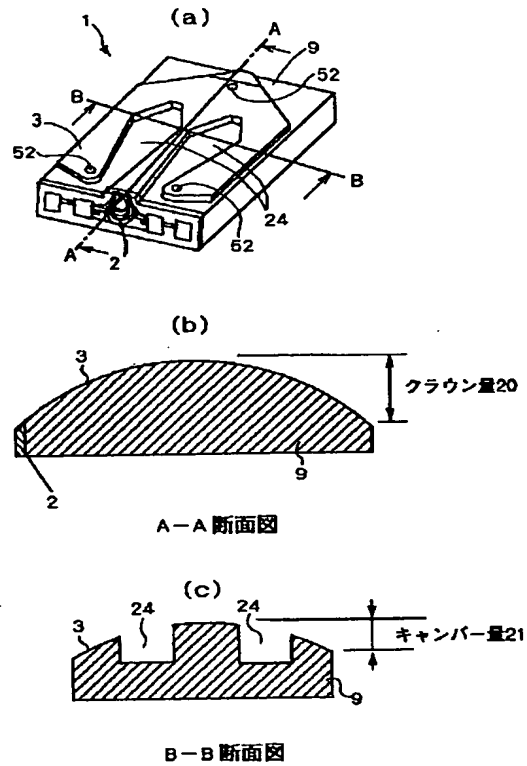
【図4】

図4



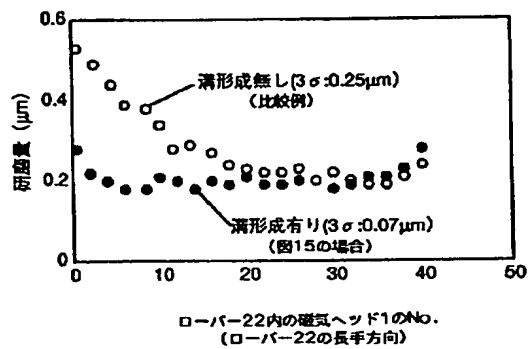
【図5】

図5



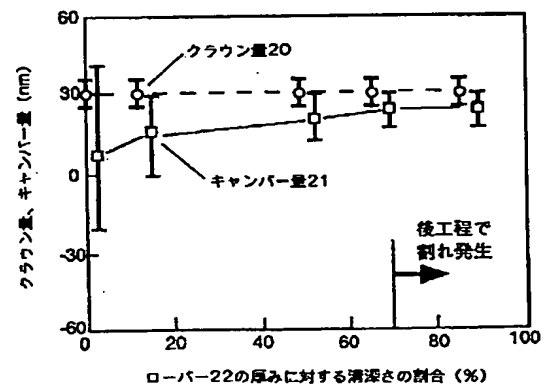
【図8】

図8



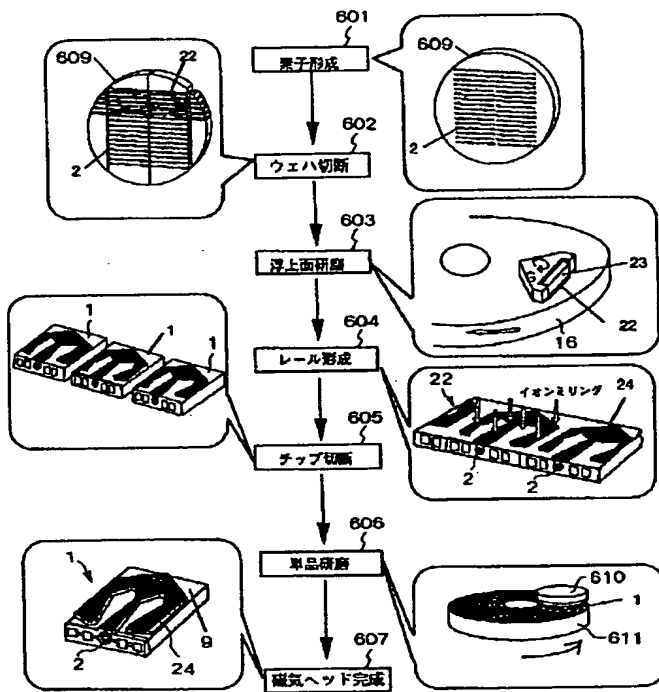
【図10】

図10



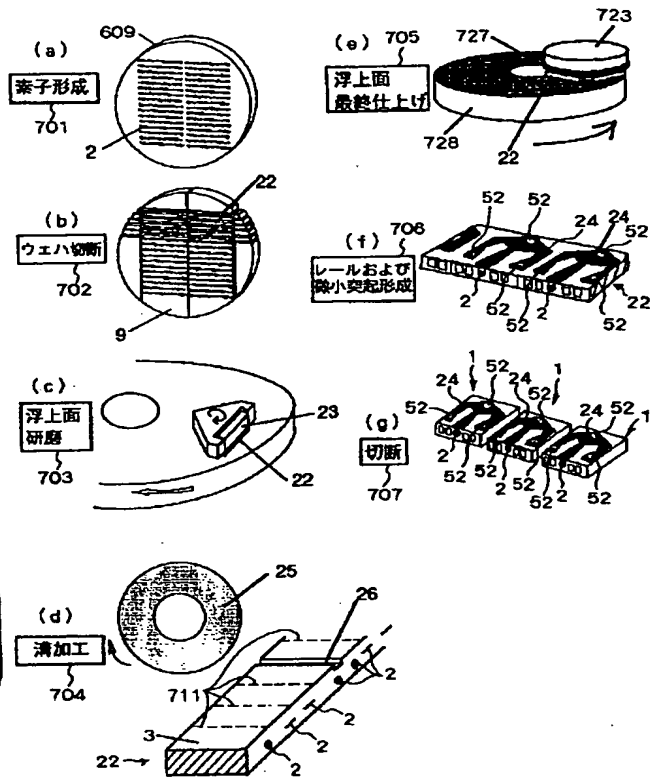
【図 6】

図6



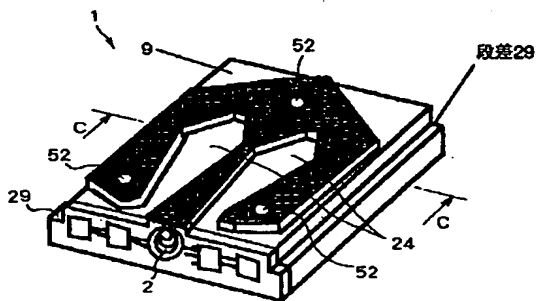
【図 7】

図7



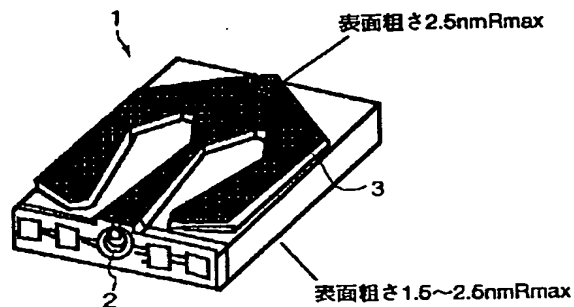
【図 11】

図11



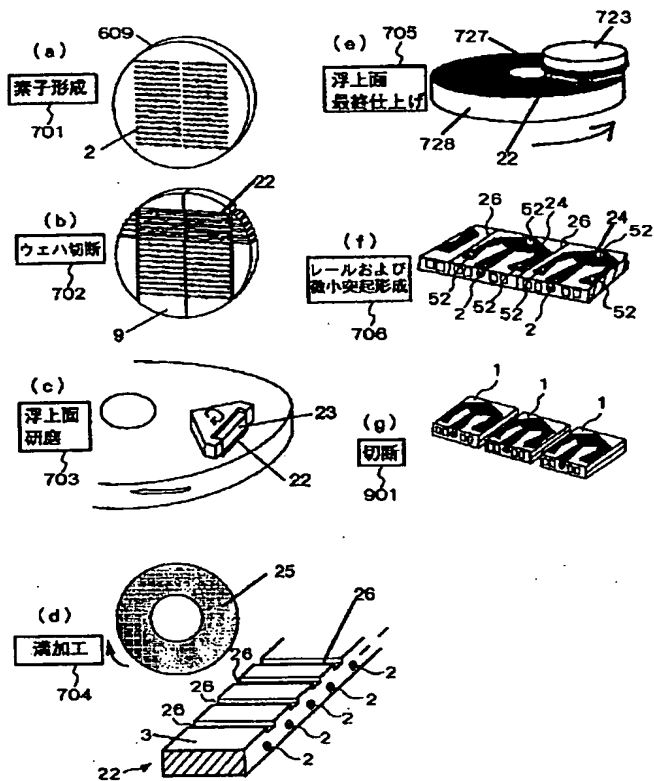
【図 13】

図13



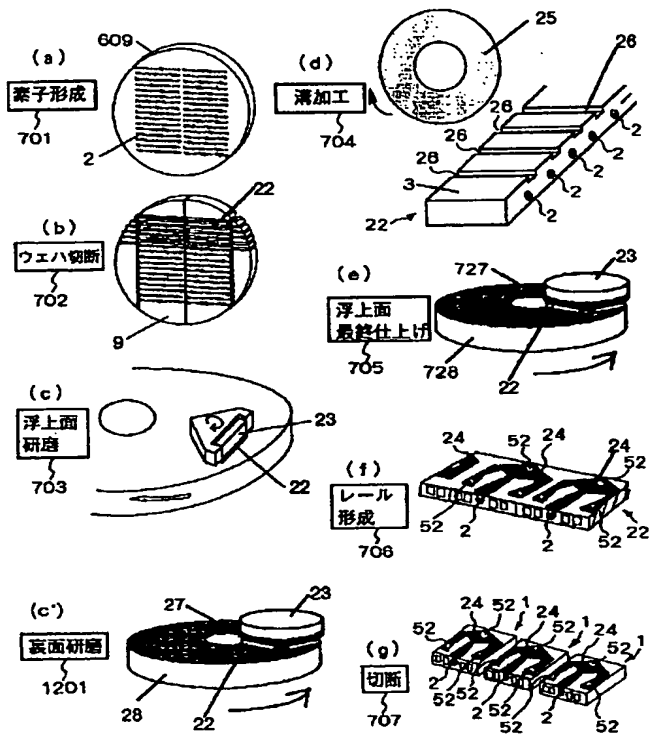
【図 9】

図 9



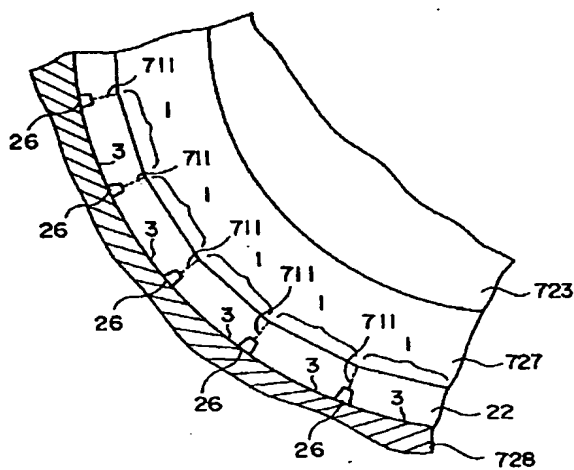
【図 12】

図 12



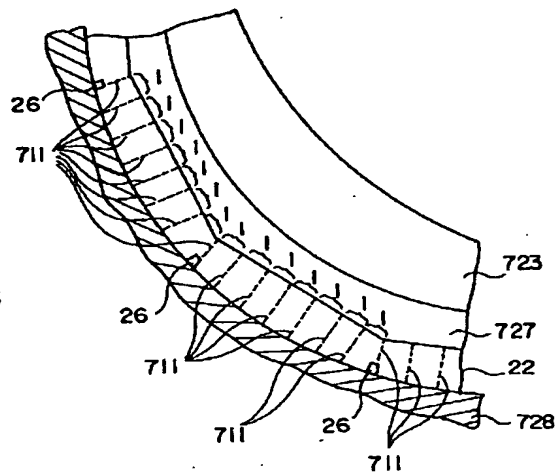
【図 14】

図 14



【図 15】

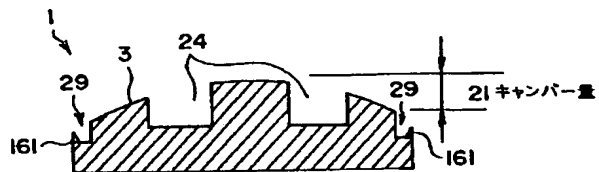
図 15



【図 16】

図 16

C-C 断面図



---

フロントページの続き

- (72)発明者 千葉 拓  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株  
式会社日立製作所生産技術研究所内
- (72)発明者 藤沢 政泰  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株  
式会社日立製作所生産技術研究所内
- (72)発明者 磯野 千博  
神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会  
社日立製作所ストレージシステム事業部内
- Fターム(参考) 5D042 NA02 PA01 RA02 RA04